

02/8089-5NY

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-203817

(43)Date of publication of application : 09.08.1996

(51)Int.Cl.

H01L 21/027  
G03F 1/16

(21)Application number : 07-013825

(71)Applicant : NIPPON TELEGR &amp; TELEPH CORP &lt;NTT&gt;

(22)Date of filing : 31.01.1995

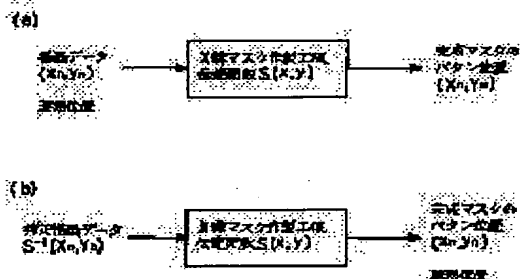
(72)Inventor : OKI SHIGEHISA  
UCHIYAMA SHINGO  
MATSUDA KOREHITO

## (54) FABRICATION OF X-RAY MASK

## (57)Abstract:

PURPOSE: To fabricate a highly accurate X-ray mask with a pattern placed exactly in a desired position.

CONSTITUTION: The amount of displacement of a pattern due to stress in a thin film material, for used in the fabrication of an X-ray mask, produced when processing it, is calculated in advance. The component patterns comprising the entire pattern are placed in such positions that the displacement of the pattern position will be compensated when the X-ray mask is finished. Thus the desired pattern is formed on the X-ray mask.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 06.10.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 18.12.2001

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-203817

(43) 公開日 平成8年(1996)8月9日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027				
G 0 3 F 1/16	A			
			H 0 1 L 21/ 30	5 3 1 M

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平7-13825

(22) 出願日 平成7年(1995)1月31日

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社  
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(72) 発明者 大木 茂久

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日  
本電信電話株式会社内

(72) 発明者 内山 真吾

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日  
本電信電話株式会社内

(72) 発明者 松田 維人

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日  
本電信電話株式会社内

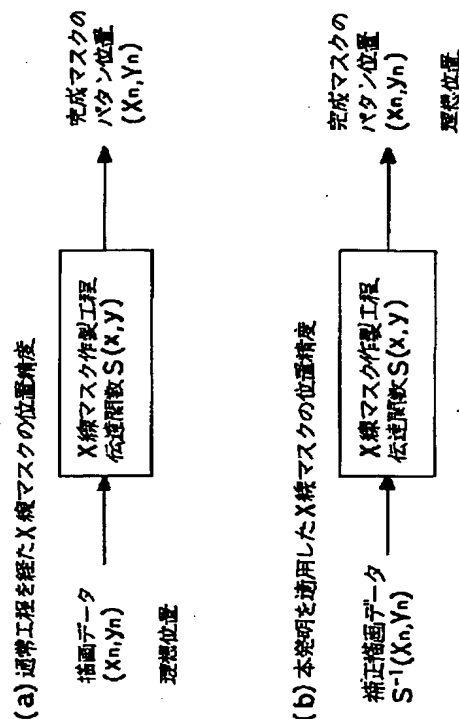
(74) 代理人 弁理士 山川 政樹

(54) 【発明の名称】 X線マスクの作製方法

(57) 【要約】

【目的】 X線マスクの完成時において所望の位置に正確にパターンが配置された高精度なX線マスクを作製する。

【構成】 X線マスク製造に使用する薄膜材料の加工過程で発生する前記薄膜材料の応力が起因して発生するパターン位置の変位量を予め求めておき、X線マスクの完成時においてこれらパタンの位置変位を補償する位置に、全体パターンを構成する個々の部分パターンを配置して前記X線マスク上に所望のパターンを形成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 X線マスク製造に使用する薄膜材料の加工過程で前記薄膜材料の応力が起因して発生するパタン位置の変位量を予め求め、X線マスクの完成時においてこれらパタンの位置変位を補償する位置に、全体パタンを構成する個々の部分パタンを配置して前記X線マスク上に所望のパタンを形成することを特徴とするX線マスクの作製方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、X線を用いて半導体やガラス材料などからなる基板上に集積回路パタンを形成する技術であるX線露光技術で用いられるX線マスクの作製方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 X線露光技術では、波長1nm程度の軟X線を用いて、X線マスク上に形成された集積回路パタンを半導体基板に転写する。X線露光技術で用いられる波長1nm程度の軟X線は、物質内部での吸収が大きいので厚い材料をX線マスクに用いることができない。また、X線マスク上に形成されたパタンを転写するためには、X線に対する吸収係数が比較的大きな材料と、これが比較的小さな材料を選ばなければならず、前者には厚さ1μm程度のTa、WあるいはAu薄膜が、また後者の材料としては厚さ2μm程度のSiN、SiCあるいはダイヤモンド薄膜などが用いられている。ところが、これら薄膜は一般に応力を有して堆積される。X線マスクを構成する薄膜材料が応力を有していると、加工の過程でX線マスク基板の剛性が変化する時点で変形が起こり、予め形成したパタン位置の変位が生じる。X線マスクの基板材料としては一般に厚さ数mmのSiウエハが用いられているが、前述したようにX線露光に用いられている軟X線はこの基板を透過できない。そこで、Siウエハの一部を除去し、その部分ではX線透過性薄膜がX線透吸収体材料からなるパタンを支持する構造とする（以下X線透過窓およびその形成と呼ぶ）。この構造を形成する時点ではX線マスク基板の剛性が変化するため、薄膜の応力によって変形を生じることになる。このような薄膜の応力によって生じる変形、ひいては形成したパタンの位置変位を抑制するため、従来の技術においては薄膜応力を低い値に制御したり、X線透過窓を形成した薄膜上に回路パタンを形成する方法が用いられてきた。

## 【0003】

$$(X, Y) = S(x, y)$$

【0008】 完成したX線マスクにおいては、個々の部分パタンの位置が $(x_n, y_n)$ であることが理想である。完成したX線マスクに配置されている個々の部分パ

$$(x, y) = S^{-1}(X, Y)$$

なる位置にパタンを配置しておけばよい。逆関数 $S^{-1}$ に

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、薄膜の応力は薄膜の内部に一樣に分布して存在するだけでなく、異なる材料と接する界面にも界面力として存在しており、また、X線マスクの作製工程においてレジスト膜などのように加工のため一時的に存在するが完成時には存在しない薄膜が用いられているため、薄膜の応力に起因して生じる変形ならびにパタン位置の変位を完全に抑制することはきわめて困難であった。

【0004】 したがって、本発明は上記したような従来の問題点に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、薄膜材料の加工過程で発生する薄膜材料の応力に起因して発生するパタン位置の変位量を補償することにより、X線マスクの完成時において所望の位置に正確にパタンが配置された高精度なX線マスクを作製し得るようにしたX線マスクの作製方法を提供することにある。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するため本発明は、X線マスク製造に使用する薄膜材料の加工過程で前記薄膜材料の応力が起因して発生するパタン位置の変位量を予め求め、X線マスクの完成時においてこれらパタンの位置変位を補償する位置に、全体パタンを構成する個々の部分パタンを配置して前記X線マスク上に所望のパタンを形成することを特徴とする。

## 【0006】

【作用】 本発明において、予め求められた薄膜材料の作製過程での薄膜材料の応力によるパタン位置の変位量は、パタンの描画位置を決定するために用いられる。すなわち、この変位量を補償する位置に全体パタンを構成する個々の部分パタンを配置する。

## 【0007】

【実施例】 以下、本発明を図面に示す実施例に基づいて詳細に説明する。図1は本発明に係るX線マスクの作製方法の原理を説明するための図で、(a)は通常工程を経たX線マスクの位置精度、(b)は本発明を適用したX線マスクの位置精度を示す図である。同図には、集積回路パタンを構成する個々の部分パタンデータの組 $(x_n, y_n)$ が入力として、X線マスク完成時の対応する部分パタンデータの組 $(X_n, Y_n)$ が出力として描かれている。ここで、 $n$ は部分パタンデータを識別するための識別子であり、整数とする。X線マスクの作製工程で生じるパタン位置の変位はブラックボックス化して示してある。X線マスク上では一般に2次元平面上にパタンが形成されるので、出力である $(X, Y)$ は $(x, y)$ の関数として式(1)のように表すことができる。

$$\dots\dots (1)$$

パタンの位置を $(x_n, y_n)$ とするためには、式(1)の関数 $S$ の逆関数 $S^{-1}$ を用いてX線マスク上にパタンを形成する段階で

$$\dots\dots (2)$$

においては、X線マスク作製工程で生じる全てのパタン位

置変位に寄与する因子が考慮されており、原理的にパタン位置変位の完全な抑制が可能である。

$$\begin{aligned}x &= a_0 + a_1 X + a_2 Y + a_3 X^2 + a_4 XY + a_5 Y^2 + \dots \\y &= b_0 + b_1 X + b_2 Y + b_3 X^2 + b_4 XY + b_5 Y^2 + \dots\end{aligned}$$

とすることにより、 $S^{-1}$ の決定は係数 $a_n$ および $b_n$ の決定に置き換えることができる。多項式の次数は必要とする精度に応じて選べばよい。

【0010】次に、この補正をどの段階で行うかという問題に関しては、電子線描画装置に補正機能を持たせ設計データの入力に対して自動的に $S^{-1}$ による補正を施す方法と、設計図形パタンデータから描画データへのデータ変換工程で $S^{-1}$ による補正を施す方法がある。電子線描画装置に補正機能を付加する前者の場合には、描画データに変更を加える必要がないので、薄膜応力の異なるX線マスク基板への同一パタン形成において、後者に比べ効率的に描画データの再利用が行なえる。具体的なパタン描画位置補正の方法としても2つの方式を考えることができる。多段偏向方式が一般的である電子線描画装置においては、一つの偏向領域をまとめて扱い各偏向領域単位で位置補正を行う方法と、個々の部分パタン毎に位置補正を行う方法がある。偏向領域端で位置補正を行う方法は、個々の部分パタン毎に位置補正を行う方法に比べ手軽であるが、必要な精度を考慮して偏向領域の大きさを決定する必要がある。

【0011】次に、本発明を適用しない場合と適用した場合の実験結果について説明する。図2は本発明を適用せずに電子線描画装置を用いてX線マスクパタンを描画し、X線透過窓を形成した完成X線マスクの位置精度を測定した結果である。符号1は設計上の理想パタン位置からの変位を表すベクトル、2は設計上の理想パタン位置を表す格子である。本発明を適用しない場合、描画時のX線マスクパタン位置に関する補正は行っておらず、描画データは設計上の理想位置座標に定義されている。この場合、理想パタン位置からの変位を表すベクトル1は大きいことが分かる。その結果、この理想位置座標にパタンが定義された描画データを用いてX線マスクを作製すると、パタン位置の変位が生じる。

【0012】これに対して本発明を適用し、完成したX線マスクにおいて測定されたパタン位置変位の逆の変位を描画データに反映させておくと、X線マスクパタンの描画終了時にはパタンの位置が設計上の理想位置にはないが、X線マスク作製工程中で生じる全ての変位を補償して完成時には設計上の理想位置にパタンを配置することが可能となる。

【0013】上記したような補正を施すためには、X線マスク上に形成されるパタンの位置を測定する必要がある。ところが、位置測定を可能とするパタンを連続的に無限個配置することは不可能であり、当然有限個のパタン位置の測定から補正に必要な情報を得、個々のパタン

【0009】逆関数の具体的な表記方法としては、多項式による表記が使いやすい。すなわち、

..... (3)

位置を決定する必要がある。本実施例では前述した式(3)を補正式として採用し、次数は3次とした。3次の補正に必要な係数は、定数係数を除いて18個となる。したがって、少なくとも18カ所のパタン位置を測定すれば補正係数を全て決定することができる。この方程式は基本的には18元連立1次方程式であり、完成したX線マスクパタン位置の実測値の逆の変位を与えるようにして解く。実際には、描画のばらつきや測定のばらつきが存在するので、複数組のデータにより最小2乗法を用いて適性な補正係数を決定する手続きが必要である。

【0014】以上のようにして補正係数が決定できると、式(3)により描画データの中に定義されている任意の位置に存在するパタンの位置を補正することが可能となる。この手続きを適用し、X線マスクパタンの描画時にパタン位置の変位を補正して作製したX線マスクの完成時のパタン位置変位を測定した結果を図3に示す。この図から明らかなように理想パタン位置からの変位を表すベクトル1は図2に示したベクトルに比べて小さい。この結果、完成したX線マスクの位置精度は本発明を適用することにより概略4倍改善された。

【0015】本発明においては、複数の工程が含まれるX線マスクの作製工程全体を1つにまとめて考えた。すなわち、未補正の描画データを入力して、また、完成時のパタン位置変位を出力として考えた。この場合、複数の工程を含むX線マスク作製工程の中の個々の工程でのパタン位置変位を考慮する必要はない。たとえば、電子線描画によってX線マスクパタンが形成されるレジスト薄膜など、工程の途中に一時的に存在するだけで完成時には存在しない薄膜の影響も含めて全ての要因が考慮されていることになる。また、X線マスク作製工程を各加工工程に分け、個々の工程の影響の和として補正を施すことも可能である。ただし、パタン位置の理想位置からの変位量を知ることが必要であるので、少なくとも電子線描画によりX線マスクパタンが形成された後の工程である必要がある。

【0016】

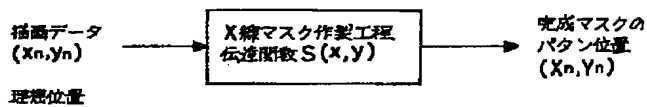
【発明の効果】以上説明したように本発明に係るX線マスクの作製方法は、X線マスク製造に使用する薄膜材料の加工過程で前記薄膜材料の応力が起因して発生するパタン位置の変位量を予め求め、X線マスクの完成時ににおいてこれらパタンの位置変位を補償する位置に、全体パタンを構成する個々の部分パタンを配置して前記X線マスク上に所望のパタンを形成するようにしたので、X線マスクの作製過程において生じるパタン位置変位の詳細

を緻密に制御する必要はなく、また、従来法においては困難であった完成マスクの位置変位の完全な抑制を達成することができる。これにより本発明においてはX線マスクの位置精度を飛躍的に向上させることができる。

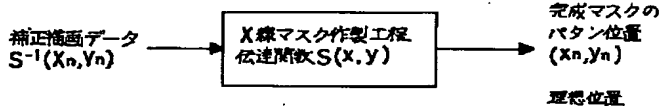
【0017】なお、本実施例ではエネルギー線を用いたパタン形成装置として電子線描画装置を念頭において説明したが、パタン形成装置としてはイオンビーム描画装置あるいは加工装置などいかなる原理に基づくパタン形成装置を用いても適用できることは明らかである。また、本実施例では設計パタン位置からのパタン位置変位 10の要因としてX線マスクの製作工程を考えてきたが、これをさらに延長して半導体基板上の転写されたパタンについての $(X_n, Y_n)$ を出力、すなわち補正対象とすれば、X線マスクを保持し半導体基板上にパタンを転写する露光装置に関する位置変位要因、すなわちX線マ

【図1】

(a) 通常工程を経たX線マスクの位置精度

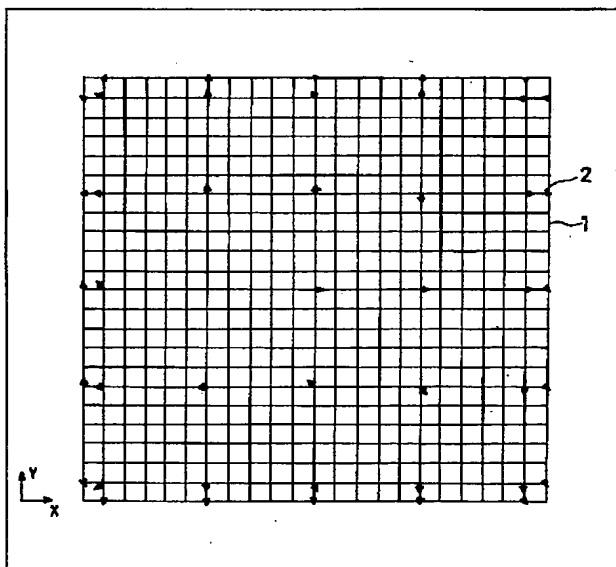


(b) 本発明を適用したX線マスクの位置精度



【図3】

本発明を適用して作製したX線マスクの位置精度



スクの保持および重力の影響や素子を形成するウエハの変形などに起因する位置変位要因を考慮して高い位置変位精度を有するX線マスクを作製することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 (a) は通常工程を経たX線マスクの位置精度、(b) は本発明を適用したX線マスクの位置精度を説明するための図である。

【図2】 位置補正を施さずに作製したX線マスクの位置精度を示す図である。

【図3】 本発明を適用したX線マスクの位置精度を示す図である。

#### 【符号の説明】

1…設計上の理想パタン位置からの変位を表すベクトル、2…設計上の理想パタン位置を表す格子。

【図2】

位置補正を施さずに作製したX線マスクの位置精度

